Il est ensuite procédé aux élections des Membres du Bureau et du Comité pour l'Exercice 1901.

Ces élections ont donné les résultats suivants :

BUREAU

Président : M. Baudry, Ch.

Vice-Présidents :

MM. Mesureur, J.
Salomon, L.
Couriot, H.
Bodin, P.

Secrétaires :

MM. Soreau, R.
Courtois, G.
Delmas, Marcel.
Périssé, L.

Trésorier : M. de Chasseloup-Laubat, L.

COMITÉ

MM. Joubert, L.
Arbel, P.
Langlois, L.
Mallet, A.
Bougenaux, E.
Jannettaz, P.
Petit, G.
Richou, G.
Lavezzari, A.
Baignères, G.
Chevalier, H.
Coiseau, L.

MM. Fouché, Ed.
Casalonga, D.-A.
Reynaud, G.
Regnard, P.
Gallois, Ch.
Pettit, M.
Bert, E.
Cornuault, E.
Gassaud, P.
Pontzen, E.
Planche, J.
Ferré, A.

La séance est levée à 10 heures et demie.

Le Secrétaire,
L. Périssé.

Janv 1900

POSE DE LA VOIE

COMPARAISON DES DIVERS MODES DE TRAVAIL

UTILISÉS A CE JOUR

PAR

M. H. SEYMAT

Depuis quelques années, on a modifié l'établissement de la voie courante, en travaux neufs de chemin de fer, par l'emploi de machines poseuses, ces poseuses permettant le montage de la voie, au dépôt du matériel, par travées de longueur égale à celle des rails et leur mise en place, au chantier d'avancement, par le simple éclissage des travées successivement amenées à leur emplacement définitif.

Les anciens procédés de pose, au contraire, consistaient dans l'établissement, au chantier d'avancement, de la voie, par l'assemblage sur ce chantier des éléments constitutifs de cette voie.

Les deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients qu'il est utile de connaître, et c'est le but de cette note de les étudier.

Opérations principales de la pose de voie.

Toute pose de voie comprend les opérations complexes suivantes :

1° Montage de la voie par travées, soit au dépôt, soit à l'avancement ;

2° Chargement du matériel sur wagons, au dépôt ;

3° Transport du matériel du dépôt au lieu d'emploi ;

4° Amenée du matériel exactement à pied d'œuvre, au fur et à mesure de l'avancement de la pose ;

5° Relevages de voie pour mise à hauteur voulue et définitive de la voie établie ;

6° Entretien de la voie pendant une certaine période.

625.14
Se5p
cop.1

Chacune de ces opérations principales se subdivise en opérations élémentaires, communes aux deux procédés, mais exécutées dans un ordre différent.

Montage de la voie. — Il comprend (qu'il soit fait à l'avancement ou au dépôt) :

Coltinage des rails ;
Coltinage des traverses ;
Coltinage du petit matériel ;
Tirefonnage, voie à traverses en bois ;
Mise en place et boulonnage des crapauds, voie à traverses métalliques ;
Éclissage ;
Travelage ou repérage des joints et emplacement des traverses ;
Mise à l'équerre des traverses ;
Bourrage et dressage définitif ou provisoire ;
Travaux accessoires, mise en place de selles, tirefonds, goujons, clous spéciaux ;
Montage des coussinets } voie à double champignon.
Mise en place des coins }

Dans l'évaluation des prix de revient, il faut tenir compte des frais suivants :

Direction des chantiers ;
Outillage ;
Ravitaillement et campement des ouvriers ;
Sujétions diverses.

Les prix d'application doivent en outre être grevés des frais généraux et bénéfices de l'entreprise.

Chargement du matériel. — Il comprend :

Le chargement des rails ;
— des traverses ;
— du petit matériel ;
Et les frais ci-dessus.

Le chargement se fait, soit au moyen d'appareils de levage, soit sans ces appareils.

Transport du matériel. — Il peut se faire, par chevaux ou mulets aux faibles distances, par trains aux grandes distances.

D'où trois cas à examiner réellement :

p 54062

Transport par wagons sur voie ferrée : traction, chevaux et mulets ;
— — traction, machines ;
— par chariots sur route : traction animale.

Le dernier cas n'est utilisé que fort rarement pour les tramways sur route et quelques petites lignes établies en accotement sur les routes. Il n'y a pas lieu de l'examiner dans cette étude.

Amenée du matériel à l'avancement. — C'est dans l'amenée du matériel exactement à pied d'œuvre, au fur et à mesure de la pose de la voie, que les divers modes de pose se différencient surtout.

Les procédés que l'on peut employer sont principalement :

(A) Poussée du train chargé par machine en queue, au fur et à mesure du montage de la voie fait à la main, les ouvriers prenant sur les wagons le matériel nécessaire, celui-ci chargé au dépôt d'une manière convenable ;

(B) Poussée du train chargé par des hommes ou tirage par des animaux comme ci-dessus, la machine étant employée à d'autres travaux ;

(C) Déchargement du train de matériel, reprise du matériel sur wagonnets de pose pour son amenée à l'avancement :

(a) Par une seule rame de wagonnets ;
(b) Par deux rames de wagonnets ;
(c) Par trois rames de wagonnets ;

(D) Poussée du train chargé par machine en queue, le montage de la voie effectué au dépôt et les travées étant mises en place au moyen d'une poseuse à deux treuils, *l'un* pour amener le chargement des wagons sur la poseuse, placée en tête du train, *l'autre* pour mettre à sa place, sur la plate-forme, successivement chaque travée.

C'est le mode de travail adopté pour la ligne de Sfax-Gafsa (Tunisie) ;

(E) Tirage du train chargé par une poseuse à vapeur placée en tête du train, cette poseuse comportant les treuils ci-dessus et une locomotive tirant le train.

C'est le mode de travail adopté sur la ligne de Eskichehir-Konia (Asie-Mineure).

Relevages de la voie. — On peut distinguer trois opérations :

Levage de la voie à hauteur voulue ;

Bourrage des traverses ;

Dressage de la voie.

Entretien de la voie. — L'entretien de la voie consiste à la maintenir en bon état, à hauteur, dressée et bourrée.

Le travail ne peut aisément s'estimer qu'en fonction du nombre d'ouvriers nécessaire par *kilomètre* de ligne.

L'emploi des machines poseuses amène sur les prix de revient une légère modification (augmentation ou diminution) sur toutes les opérations.

Mais ces modifications n'apparaissent nettement que sur les opérations :

Montage de la voie, par facilité du travail ;

Chargements, par emploi à peu près indispensable d'appareils de levage ;

Amenée du matériel à l'avancement.

Longueur normale de pose journalière.

On peut entendre par longueur normale de pose journalière la longueur de voie qu'un chantier peut poser en dix heures de travail effectif à l'avancement.

Par la mise en place des travées montées d'avance, le travail de pose est limité par la nécessité d'effectuer l'éclissage des travées. Cet éclissage consiste à la mise en place des éclisses et leur assemblage aux rails par deux boulons, les autres boulons pouvant être mis ultérieurement.

Par les procédés ordinaires, montage de la voie à l'avancement, on reconnaît aisément que toutes les opérations de ce montage sont indépendantes les unes des autres, mais qu'aucune ne peut être faite si les rails ne sont pas eux-mêmes en place. C'est donc le coltinage des rails à l'avancement qui limite le travail.

Soit T le temps nécessaire pour charger, transporter et mettre en place un rail.

T est de la forme : $$T = \frac{2d}{v} + t.$$

t temps perdu en minutes,

d distance de coltinage,

v vitesse en mètres par minute.

Le nombre N de rails pouvant être *allongés* en 10 heures sera :

$$N = \frac{10^h \times 60'}{T} = \frac{600}{T}$$

et la longueur normale de pose sera donc :

$$L = \frac{Nl}{2} = \frac{600l}{2T} \quad (l \text{ longueur du rail}).$$

Cette relation générale s'applique aux procédés ordinaires de pose A, B, C.

D'un assez grand nombre d'observations faites sur les chantiers, j'ai cru pouvoir exprimer une relation entre la vitesse des coltineurs et le poids qu'ils coltinent individuellement.

Pour le coltinage des rails on peut estimer :

$$v = \frac{8000}{70 + 2\pi}$$

π poids porté par chaque coltineur.

Le poids π sert à déterminer le nombre de coltineurs par rail.

On aurait : $$n = \frac{pl}{\pi}$$

(p poids du rail par mètre linéaire).

On en déduit: $$L = \frac{600l}{2\left(\frac{2d}{\frac{8000}{70 + 2\pi}}\right) + t}$$

On voit, et cela est évident par avance, que la production journalière d'un chantier est d'autant plus grande que le rail est plus long et le poids porté par chaque coltineur est plus petit.

Pratiquement n est presque toujours pair et π varie de 27 à 38 *kg*.

Avec $\pi < 27$ *kg*, le résultat économique est peu satisfaisant.

Avec $\pi > 38$ *kg*, il faut avoir des ouvriers particulièrement robustes et exerces si on veut conserver à v une valeur convenable.

L'expression $L = \frac{600\,l}{2\,T}$ correspond à UNE ÉQUIPE.

Dans l'expression $T = \frac{2d}{v} + t$, t est sensiblement constant, d varie suivant les modes de travail A, B, C_a, C_b, C_c.

Considérons une voie en rails de 11 *m* pesant 38 *kg* :

La relation $n = \frac{pl}{\pi}$ est satisfaite et convenable en pratique pour $n = 10 = \frac{38 \times 11}{41{,}8\ kg}$

Le mode A oblige à un coltinage moyen $d = 50\ m$ en moyenne.

B	—	$d = 50\ m$	—
C_a	—	$d = 50\ m$	—
C_b	—	$d = 25\ m$	—
C_c	—	$d = 25\ m$	—

Les relations ci-contre appliquées avec $t = 2'$ donnent:

L =	847 *m*	pour 1 équipe	modes A, B, C_a
	1694	2 équipes	
	3388	4 équipes	
et: L =	1111 *m*	pour 1 équipe	modes C_b C_c
	2222	2 équipes	
	4444	4 équipes	

Ces résultats sont des moyennes. Certains chantiers ont obtenu des productions de 5 kilom. par jour, soit en forçant la durée de la journée, soit en activant l'allure des ouvriers par un gain plus élevé que d'ordinaire, soit enfin en réduisant *d* à la longueur de 2 rails au moins (le minimum pouvant être $d = 1$ rail 1/2). Avec les *poseuses* de tout système, c'est la durée de l'éclissage qui règle la production journalière.

L'éclissage comporte deux opérations, la présentation des paires d'éclisses et le serrage des boulons.

La présentation d'une paire d'éclisses a une durée ordinaire de :

$1'$ à $1'\ 1/4 + \frac{p'''}{5 + p'''}$ (p''' poids de la paire).

Le temps nécessaire au serrage d'un boulon étant t''' on aura pour 2 boulons $2t'''$

D'où : $$T''' = 1' \text{ à } 1'\ 1/4 + \frac{p'''}{5 + p'''} + 2t'''$$

pour l'éclissage d'une travée en admettant que les deux joints soient éclissés simultanément par deux groupes d'ouvriers.

Pour les rails ci-dessus, le système de voie comporte des éclisses à 4 trous du poids de 9 *kg*; en moyenne $t''' = 1'$ on a donc :

$$T''' = 3'64 \text{ à } 3'90$$

Cette durée suppose un seul homme présentant les éclisses et serrant les boulons.

Le nombre de travées qu'il sera possible de mettre en place par journée de 10 heures est :

$$N''' = \frac{600}{3'64} \text{ à } \frac{600}{3'90} \text{ soit } 166 \text{ à } 154$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{d'une manière générale} & N'' = \dfrac{600}{T'''} \\ \text{et} & L'' = \dfrac{600l}{T'''} \end{array} \right\}$$

Avec des rails de 11 *m*, cela donne une production :

$$L''' = 166 \times 11 \text{ ou } 154 \times 11 = 1694\ m \text{ à } 1826\ m$$

Sans entrer dans des détails d'organisation de chantiers, tous les praticiens de ce travail savent que la *marche* à deux équipes de coltineurs est très facile sur les chantiers.

D'autre part, si on abaisse d'un côté le temps d'éclissage, on peut également abaisser la distance de transport et abaisser en même temps le poids π, sans changer le prix de revient, et augmenter concurremment la production.

Il résulte de ces considérations qu'à liberté égale de production laissée à un entrepreneur, et même, à conditions égales de bonne exécution, les *poseuses* ne présentent aucun avantage au point de vue de la rapidité d'exécution.

Comparaison des prix de revient.

Entretien de la voie. — Pour une Société de construction qui a l'obligation de livrer une voie en bon état à l'exploitation, l'entretien de cette voie doit être, au minimum, assuré par elle, pendant la durée des travaux de pose de voie.

Si η est le nombre de journées de travail, k le nombre d'hommes nécessaire par kilomètre pour assurer le maintien en bon état de la voie posée, et L la longueur moyenne posée par jour, la longueur de la ligne sera ηL et le nombre des journées d'ouvriers sera au total :

$$\eta \frac{L}{1000} + \sum_1^{\eta}$$

en admettant qu'on mette successivement en service le personnel d'entretien

Le 1er jour il faudra $\frac{L}{1000}$ ouvriers travaillant $\frac{\mathcal{L}}{L}$ jours ou η

Le 2e — $\frac{2L}{1000}$ — $\left(\frac{\mathcal{L}}{L} - 1\right)$ jours ou $\eta - 1$

Le 3e — $\frac{3L}{1000}$ — $\left(\frac{\mathcal{L}}{L} - 2\right)$ jours ou $\eta - 2$

Le ne — $\frac{nL}{1000}$ — 1 jour 1

On aura donc comme prix de l'entretien, j étant la valeur de la journée :

$$P\ (m.\ l.) = \frac{kL}{1000}\left(\frac{\eta + 1}{2}\right)\eta j \text{ ou } \frac{k}{1000} \times L \times \frac{\mathcal{L}}{L} \times \frac{1}{2}\left(\frac{\mathcal{L}}{L} + 1\right) j$$

$$= \frac{k}{1000}\left(\frac{\mathcal{L} + L}{2L}\right) j \text{ ou approximativement :}$$

$$P\ (m.\ l.) = \left(\frac{k}{1000}\ \frac{\mathcal{L}}{2L}\right) j$$

Si les *poseuses* n'amènent pas une rapidité de travail plus grande que les *procédés ordinaires*, elles n'amènent non plus aucune moins-value sur la valeur de l'entretien de la voie, pendant la durée des travaux.

Relevages de voie. — Il n'y a à envisager d'ordinaire que ceux effectués pour la mise au profil exact de la voie, lorsque la voie est posée sur première couche de ballast.

Les relevages de voie posée sur terre (avant la mise de la première couche de ballast) sont l'objet d'opérations identiques, plus importantes, et, par suite, de prix de revient plus élevé.

Les trois opérations essentielles ne dépendent, en général, toutes choses égales d'ailleurs, que du *poids* de la voie, de la hauteur moyenne de levage et du nombre de traverses, le bourrage devenant d'autant plus coûteux que le nombre de traverses à bourrer est plus grand.

Le mode de pose à l'avancement n'influe donc pas sur cette opération, qui est simplement assujettie pour un travail bien réglé, à être fait en arrière du chantier de pose proprement dit, sur une longueur journalière égale à la longueur de pose effectuée chaque jour.

Chargements du matériel sur vagons.

L'emploi des *poseuses* permet les chargements d'unités très lourdes. Une travée en rails de 11 *m* de 38 *kg* le mètre linéaire, pèse près 2 000 *kg*.

On peut donc employer avec avantage des appareils de levage pour le chargement du matériel et obtenir sur ce travail une légère diminution de frais.

C'est un *avantage* indirect, mais réel des poseuses. Cette moins-value sur la valeur du chargement des wagons se traduit *au maximum* par 0,10 *f* par tonne.

Le poids par mètre linéaire des voies est fort variable. Pour les voies étroites de 1 *m* d'écartement, ce poids varie de 90 à 110 *kg*, d'où :

Voies étroites. — Économie du chargement mécanique résultant de l'emploi des poseuses, 0,009 *f* à 0,010 *f* par mètre linéaire.

Pour les voies larges, 1,50 *m* d'écartement, le poids de ces voies par mètre linéaire varie de 150 à 240 *kg*.

L'économie serait plus sensible et on aurait :

Voies larges. — Économie du chargement mécanique résultant de l'emploi des poseuses, 0,015 *f* à 0,024 *f* par mètre linéaire.

Cette moins-value, toutefois, n'est exacte que lorsque la longueur de voie à poser est assez grande pour permettre un amortissement facile des appareils de levage, et le chargement d'un gros tonnage.

Dans les chargements du matériel de voie, par travées complètes, il faut prévoir ce fait, que les travées doivent être, ou prises par un treuil circulant sur un pont roulant pour être, à l'avancement, mises en place, ou que le chargement successif de tout un vagon doit être amené sur le vagon portant la poseuse.

Dans les deux cas, on ne peut dépasser une certaine hauteur pour le pont roulant, ou pour la plate-forme où sont installés les treuils de la poseuse.

La hauteur et le poids du chargement sont donc limités par wagon.

Avec des voies métalliques, la hauteur minima des travées est 0,25 *m*.

Par suite de la longueur des travées, il faut généralement ré-

partir les travées sur deux wagons, à moins d'avoir des *wagons spéciaux* coûteux, et d'amortissement onéreux, car ces wagons sont d'un emploi peu courant en exploitation.

Or, pour utiliser le matériel roulant, à sa capacité ordinaire, 10 *t* par exemple, il faut pouvoir charger 20 *t* de matériel sur les deux vagons.

Une voie en rails de 11 *m* pesant 38 *kg*, correspond avec des traverses métalliques à 170 *kg* par mètre linéaire et à au moins 0,25 *m* de hauteur, et avec des traverses en bois à 185 *kg* par mètre linéaire et à 0,28 *m* de hauteur. Pour les 20 *t*, cela correspond respectivement aux chiffres suivants :

Voie métallique 10 travées, hauteur totale 2,50 *m*.

Voie ordinaire 9-10 travées, hauteur totale 2,50 *m* à 2,80 *m*.

La plate-forme des wagons étant au moins à 1 *m* du rail, la hauteur du chargement, qui est rectangulaire, atteint 3,50 *m* au moins au-dessus du rail.

Il s'ensuit que la *poseuse* doit atteindre une hauteur assez grande et que si la ligne présente des souterrains ou des ponts par-dessus, l'emploi des poseuses est, sinon interdit, du moins difficile et dans ce dernier cas, pour rester dans les conditions ordinaires de gabarit des ouvrages d'art, il faut renoncer à l'utilisation complète du matériel roulant.

Et si on arrive à ne charger les vagons qu'à 9 *t* au lieu de 10 *t*, que le chargement du matériel, par ses éléments, permet toujours, on arrive à une majoration de frais de transport, majoration très faible, mais néanmoins sensible pour de longs parcours.

Transports par trains du matériel de voie.

Pour les voies très lourdes, l'utilisation du matériel roulant est plus facile qu'avec des voies légères, car celles-ci conservent le même volume pour un poids quelquefois moitié moindre.

Pour les voies lourdes, d'ailleurs, la suppression d'une travée par deux wagons entraînant une diminution de poids de près de 2 *t*, soit 1 *t* par wagon, on ne peut trop compter que sur un chargement de 9 *t* par wagon.

Par exemple, pour une voie de 170 *kg* le mètre linéaire, si on veut transporter 1 700 *ml*, soit 289 *t*, il faut 29 vagons à 10 *t* et 32 vagons à 9 *t*. Dans ce dernier cas, il faut faire la dépense de location ou d'amortissement journalier de trois wagons et remor-

quer 15 *t* au moins de poids mort. ce qui augmente en fait la valeur du transport d'au moins 3 0/0.

Pour une distance moyenne de transport de 100 *km* (correspondant à 200 *km* de voie à poser) et comptant le prix de revient du transport à 0,25 *f* la tonne kilométrique, l'augmentation de frais sera 0,075 *f* par tonne de matériel transporté.

L'économie sur les chargements pour une même importance de travail n'étant que 0,10 *f* la tonne :

On peut en conclure que l'emploi des poseuses ne modifie pas non plus les dépenses en ce qui concerne l'ensemble des chargements sur wagons et du transport du matériel.

Il nous reste à examiner le montage de la voie et l'amenée du matériel à l'avancement.

Montage de la voie. — Un certain nombre des opérations élémentaires qui ont été énumérées ne subissent aucune moins-value ou plus-value du fait de l'emploi d'un quelconque des modes de pose.

Les opérations sur lesquelles peuvent surgir des différences de prix de revient sont :

Le coltinage des rails, traverses, petit matériel ;
L'éclissage ;
Le travelage et mise à l'équerre des traverses ;
Le bourrage ;
Le tirefonnage ou la mise en place des crapauds et boulons.

Le coltinage des rails, traverses, petit matériel peut s'évaluer à un prix par tonne :

$$P_t = K\frac{T}{\pi}j$$

K coefficient variable. K = 1,34 pour les rails et le petit matériel ;
— K = 1,90 pour les traverses.

Toutes autres choses égales.

P_t varie avec T, c'est-à-dire avec $\left(2\frac{d}{v} + t\right)$ ou, si on préfère, avec *d* (distance de coltinage).

En général, on aura une économie des modes D et E (emploi de poseuse) sur les modes A, B, C_a.

Mais il n'y a pas économie sur les modes C_b, C_c, car la distance moyenne de coltinage sera au dépôt toujours à peu près égale à au moins 25 *m*, à moins de multiplier les voies de chargement et alors grever les frais d'installation des dépôts de matériel et diminution de la moins-value cherchée.

L'éclissage est plus onéreux, mais il sera compris dans le travail fait à l'avancement par les *poseuses*.

Le travelage peut être considéré comme supprimé, car il peut être fait une fois pour toutes.

La mise à l'équerre des traverses est évidemment aussi très réduite.

Si le tirefonnage lui-même n'est pas modifié, la mise en place des boulons d'attache et crapauds est beaucoup facilitée, car l'ouvrier n'a plus à soulever la traverse pour glisser le boulon d'attache.

Le bourrage paraît plus onéreux, car les *poseuses* sont plus lourdes que les wagons et il faut bourrer plus énergiquement les traverses.

On peut, en somme, s'en tenir aux estimations ci-dessous :

	MODE A	MODE B	MODE Ca	MODE Cb	MODE Cc	MODE D	MODE E
	f	*f*	*f*	*f*	*f*	*f*	*f*
Coltinage	0,1321	0,1321	0,1241	0,0986	0,0986	0,0986	0,0986
Tirefonnage, travelage, mise à l'équerre	0,0865	0,0865	0,0865	0,0865	0,0865	0,0600	0,0600
Éclissage, bourrage et dressage provisoires	0,0595	0,0595	0,0348	0,0348	0,0348	»	»
Frais divers : direction, aménagements pour ouvriers, outillage, sujétions, etc.	0,0569	0,0569	0,0526	0,0501	0,0501	0,0354	0,0354
TOTAUX.	0,3350	0,3350	0,2980	0,2700	0,2700	0,1940	0,1940

Les frais de direction du chantier, aménagements pour les ouvriers, etc., étant réduits aussi dans de notables proportions au dépôt par l'emploi des poseuses.

Amenée du matériel à l'avancement même.

Mode A. — La machine restant à l'avancement, si sa journée est X francs tout compris, le prix par mètre linéaire est :

$$P(m.l.) = \frac{X}{L}$$

X doit comprendre location de la locomotive et des wagons, frais de personnel, consommations, réparations, etc.

Mode B. — La dépense totale se compose :

1° De la location, réparations, etc., des wagons laissés à l'avancement ;

2° De la location, réparation de la machine pendant son stationnement à l'avancement pour décrocher le train et le temps passé pour revenir le chercher et l'accrocher ;

3° De la main-d'œuvre (ouvriers ou bêtes de trait) pour l'avancement des wagons.

Le prix est donc :

$$P(m.l.) = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{L}$$

Mode C_a. — Il faut comprendre dans le prix de revient :

1° Stationnement du train complet, wagons et machines ;

2° Main-d'œuvre pour le déchargement ;

3° Main-d'œuvre pour rechargement, transport sur wagonnets et nouveau déchargement s'il y a lieu ;

4° Amortissement ou location et réparation des wagonnets.

$$P(m.l.) = \frac{X'_1 + X'_2 + X'_3 + X'_4}{L}.$$

Ce mode de travail est, en général, désavantageux et ne permet pas aisément de grandes productions journalières.

Mode C_b. — Le prix de revient comprend :

1° Stationnement du train ;

2° Main-d'œuvre de déchargement ;

3° Main-d'œuvre de rechargement et transport sur wagonnets et déraillement, puis remise sur rails des wagonnets vides.

En général, on laisse le wagonnet ou les wagonnets chargés et on les pousse au fur et à mesure de la pose d'une longueur.

On règle le transport de façon à avoir toujours une rame de wagonnets chargée à l'avancement même ;

4° Amortissement des wagonnets.

D'où : $$P(m.l.) = \frac{X_1'' + X_2'' + X_3'' + X_4''}{L}.$$

On peut faire effectuer la remorque des wagonnets par des chevaux ou des hommes, selon la production cherchée.

Mode C_c. — Les opérations sont les mêmes et le prix de revient de même forme.

On emploie trois rames de wagonnets qu'on gare à l'avancement et au point où le train a été déchargé.

La remorque est toujours faite par des chevaux ou mulets.

Ce mode convient particulièrement pour les très fortes productions.

Les modes C_a, C_b, C_c permettent l'utilisation du matériel roulant à d'autres travaux, si possible.

Mode D. — Le prix du travail à l'avancement, qui comprend l'amenée du matériel à son emplacement définitif et travaux accessoires non exécutés au dépôt, se compose des éléments suivants :

1° Valeur $\frac{X}{L}$ du mode A ;

2° Amortissement du wagon poseur et du personnel spécial à ses manœuvres ;

3° Éclissage, bourrage, direction du chantier, frais divers, outillage, etc.

Mode E. — Les frais sont analogues à ceux ci-dessus, mais répartis ainsi :

1° Frais de stationnement de la machine comme au mode B $\left\{ \begin{matrix} 1° \\ 2° \end{matrix} \right.$

2° Amortissement de la machine poseuse comme en D, mais prix plus élevé ;

3° Éclissage, bourrage, etc.

Les prix entrant dans l'amenée du matériel d'avancement sont évidemment très variables. Il faut les rapporter aux mêmes prix unitaires, soit de journées du personnel, de location ou amortissement, de fournitures, charbon, eau, etc.

Valeurs diverses de l'amenée du matériel à l'avancement.

Mode A. — Personnel. — En tenant compte des jours de lavage, l'heure du personnel d'un train de matériel peut être évaluée à. . . . . 3 *f* l'heure,

Consommations. — Le profil de la ligne influe relativement sur la poussée à l'avancement par la machine. On peut prendre . . . . . 1,70 *f* —

Entretien et location. — Pour des marches de 16 à 1 700 *m. l.* par jour dont le matériel est transporté en un ou deux trains, on a environ 8,50 *f* —

Au total. . . . . 13,20 *f* l'heure.

ce qui donnerait, par mètre linéaire, environ :

$$P(m.\ l.) = 0{,}078\ f.$$

Mode B. — Il faut remarquer que le prix de revient dépend ici beaucoup du profil de la ligne et que ce mode devient impraticable dans les fortes rampes.

Sur une ligne à rampe moyenne de 5 *mm*, on a sensiblement :

Poussée par hommes. . . le m. l.	0,046 *f*	
Stationnement du train	0,045	
Service de la machine isolée pour venir chercher le train vide	0,022	
		0,113 *f* par m. l.
Avec l'emploi de chevaux, on aurait . . .		0,090 *f* par m. l.

Mode C_a. — Le mode est aussi coûteux dans les fortes rampes. Les résultats suivants sont donnés pour une ligne à déclivités moyennes. On a :

Déchargement du train. . .	0,012 *f*	
Chargement des wagonnets.	0,038	
Déchargement des trucks ou wagonnets	0,020	
Poussée des wagonnets. . .	0,025	
		0,095 *f* le m. l.
Il faut y ajouter : Stationnement du train et amortissement des wagonnets.	0,010	
		0,105 *f* le m. l.

Nous avons dit ce mode de travail peu compatible avec des productions journalières très grandes.

Mode C_b. — On a ici :

Déchargement du train	0,012 *f*	
Chargement des wagonnets	0,038	
Garage des wagonnets ou déraillement et remise sur rails.	0,020	
Poussée des wagonnets	0,025	
Stationnement du train, etc.	0,014	
	———	0,109 *f* le m. l.

Mode C_c. — On a :

Déchargement du train	0,012 *f*	
Chargement des wagonnets	0,038	
Garage des wagonnets ou déraillement à deux reprises et remise sur rails	0,045	
Poussée des wagonnets (hommes). .	0,025	
Stationnement du train, etc.	0,018	
	———	0,138 *f* le m. l.
Avec des chevaux on aurait		0,118 *f* le m. l.

Mode D. — Poseuse par wagon poseur.

Il faut compter :

Poussée comme au mode A	0,078 *f*	
Amortissement et entretien du wagon poseur.	0,010	
Manœuvre du wagon poseur (treuil, etc.).	0,015	
Travail à l'avancement (mise en place exacte, éclissage, bourrage, dressage provisoire, direction du chantier, frais divers, etc.)	0,055	
	———	0,158 *f* le m. l.

Mode E. — Poseuse à vapeur.

On a ici :

Stationnement du train	0,045	
Manœuvre de la poseuse, avec tirage du train, compris main-d'œuvre, consommations, etc.	0,040	
Amortissement de la poseuse . . .	0,020	
Travail à l'avancement comme il est dit ci-dessus	0,061	
	———	0,166 *f* le m. l.

Mode A. —	Prix (*m. l.*).	Amenée du matériel à l'avancement	. .	0,078 *f*
— B. —	—	—	. .	0,090 à 0,113
— C_a. —	—	—	. .	0,105
— C_b. —	—	—	. .	0,109
— C_c. —	—	—	. .	0,118 à 0,138
— D. —	—	—	. .	0,158
— E. —	—	—	. .	0,166

En rapprochant ces résultats de ceux du tableau précédent, on a, pour l'ensemble des deux opérations principales de la pose de voie susceptibles de faire varier d'une manière sensible les frais de pose de voie.

Mode A. —	Prix (*m. l.*).	Montage et amenée du matériel	. . .	0,413 *f*
— B. —	—	—	. . .	0,425 à 0,468
— C_a. —	—	—	. . .	0,403
— C_b. —	—	—	. . .	0,379
— C_c. —	—	—	. . .	0,388 à 0,408
— D. —	—	—	. . .	0,352
— E. —	—	—	. . .	0,360

Conclusions.

Les résultats ci-dessus indiquent un avantage économique des poseuses, mais les bases qui ont permis cette étude dont les résultats s'appliquent à une voie métallique lourde (165 à 170 *kg* le mètre linéaire) dérivent de résultats obtenus sur une voie étroite (Sfax-Gafsa mode D) ou une voie large peu lourde (Eskichehir-Konia, rails de 30 *kg)*, résultats modifiés pour les amener à leur application à la voie lourde, de laquelle un très grand nombre d'applications des modes A, B, C ont été faites et dont la moyenne déterminée est plus exacte.

Dans l'état actuel de la question on peut simplement poser ces deux conclusions :

1° Les machines poseuses permettent de réaliser une économie sur les travaux de pose de voie — particulièrement dans les pays où la main-d'œuvre est chère ;

2° Elles ne donnent pas, par elles-mêmes, une pose de voie journalière plus grande que les modes ordinaires actuels, cer-

tains modes de travail permettant une production beaucoup plus grande, et tous les modes de travail permettant une production égale à celle des poseuses à la condition que l'entrepreneur ait la latitude de produire ce qu'il veut. Or, sur le continent européen, les Compagnies de Chemin de fer, étant en général très exigentes, la production journalière était limitée, et cette limite est même fréquemment inscrite dans les marchés. Il faut enfin remarquer que la longueur posée journellement est quelquefois réduite par la capacité de transport des trains, une grande production nécessitant un grand nombre de véhicules, soit qu'on veuille faire le transport du matériel nécessaire, en un train journalier ou en deux trains journaliers.

Par un train journalier on réduit les frais de transport car on évite le retour des machines avec un poids mort trop faible mais on arrive a augmenter considérablement le coltinage dans les modes A et B, ou le transport par wagonnets dans les divers modes C; ou enfin par les modes D et E on a une notable augmentation de dépenses dans l'amenée successive du chargement de chaque wagon, au wagon poseur ou à la machine poseuse.

Choix du mode de pose. — Il est donc superflu de déclarer *a priori* qu'un mode de pose est plus avantageux qu'un autre, dans tous les cas, et il faut se borner à dire :

Les wagons poseurs et machines poseuses sont avantageux :

Pour les longues lignes;

Dans les pays ou la main-d'œuvre est chère;

Ou dans ceux ou la présence d'une grande quantité d'ouvriers aux chantiers présenterait des difficultés de logements, ravitaillements, etc.;

Dans les lignes ne présentant pas de tunnels ou ponts supérieurs.

Elles perdent une partie de leurs avantages dans les autres cas.

Le mode de travail par coltinage et poussée du train par une machine est avantageux :

Pour les lignes à fortes rampes ou présentant de nombreux ouvrages d'art par dessus la voie;

Dans les lignes où des conditions spéciales ne permettraient pas l'utilisation de la machine en dehors de la poussée à l'avancement.

Pour les longues lignes il présente l'inconvénient d'exiger plus de locomotives pour assurer les transports que pour les voies lourdes il faut faire en deux trains (si on veut une grande production journalière).

Le mode de travail par coltinage et poussée ou tirage du train par êtres animés ne doit être employé que dans des cas très rares où l'utilisation de la machine présente des avantages tout particuliers et en dehors des considérations du travail seul, de pose de la voie. Il amène aussi pour les voies lourdes à exécuter les transports par deux trains journaliers;

Le mode de travail par emploi d'une rame de wagonnets est économique pour les faibles productions journalières.

Pour les grandes productions, il présente une grande difficulté de régler la marche du chantier pour arriver à n'avoir pas de temps perdu.

Le mode de travail par emploi de deux rames de wagonnets est économique, permet de grandes productions. Il donne toute latitude de production et de travail dans toutes circonstances. Il peut laisser aux machines leur liberté d'emploi et restreint le nombre de machines et wagons nécessaires.

Le mode de travail par emploi de trois rames de wagonnets peut permettre une production double de tout autre mode. Il présente les mêmes avantages que le mode précédent.

Les trois modes par emploi de wagonnets, présentent l'inconvénient de devenir onéreux dans les parties en fortes rampes.

L'emploi du mode A et des modes C permet dans tous les cas la réalisation économique de la pose d'une voie, sur une ligne quelconque.

Pour terminer cet exposé il faut reconnaître que l'emploi des poseuses de tout système présente des avantages suffisants pour les classer parmi les modes d'exécution de la pose de la voie, que tout Ingénieur doit examiner, mais que pour une ligne donnée, il reste indispensable pour l'Ingénieur, de ne se prononcer qu'après comparaison, pour cette ligne, de tous les modes de travail usités ou susceptibles d'être utilisés.

NOTE ADDITIONNELLE

SUR LES

TRANSPORTS DU MATÉRIEL DE VOIE

D'UNE LIGNE A ÉTABLIR

On se base fréquemment sur les prix de transport des Compagnies de chemins de fer, mais il faut remarquer que les conditions du transport ne sont pas exactement les mêmes.

Il faut admettre que les trains de matériel de voie circulent chargés dans le sens de l'avancement du travail et reviennent à vide au dépôt. C'est le cas ordinaire.

Le temps de service d'un train se compose :

1° D'un temps de route $\mathfrak{T}_m$;
2° D'un temps de manœuvres $\mathfrak{T}_a$;
3° D'un temps de stationnement $\mathfrak{T}_s$.

La valeur de l'heure de chacun de ces temps est donc indispensable à connaître et chacune de ces valeurs comprend :

1° $\mathfrak{J}_p$ pour le personnel ;
2° $\mathfrak{J}_c$ pour les consommations de charbon et eau ;
3° $\mathfrak{J}_h$ — — d'allumage, éclairage, graissage, etc. ;
4° $\mathfrak{J}_e$ pour l'entretien du matériel roulant ;
5° $\mathfrak{J}_l$ pour location ou amortissement de ce matériel.

Les éléments $\mathfrak{J}_p$, $\mathfrak{J}_h$, $\mathfrak{J}_e$, $\mathfrak{J}_l$ sont, en général, assez indépendants du profil de la ligne et peuvent toujours être suffisamment connus pour permettre de ne pas entrer dans leur détail, qu'on peut obtenir par des renseignements puisés dans la pratique (ceux-ci) des chemins de fer déjà établis.

Pour les consommations, elles sont très variables avec les profils en long des lignes construites.

Temps de marche. — Si V_a est la vitesse à l'aller et V_r la vitesse au retour, on a :

$$T_m = \frac{D}{V_a} + \frac{D}{V_r} = D\left(\frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_r}\right).$$

En appelant V la vitesse moyenne :

$$V = \frac{2V_a V_r}{V_a + V_r},$$

on a :

$$T_m = \frac{2D}{V}.$$

Temps de stationnement. — Outre le stationnement à l'avancement compté autre part, il faut prévoir en route divers stationnements pour services divers et prises d'eau.

Ordinairement on peut prendre :

$$T_s = 1/5\, T_m = \frac{2D}{5V}.$$

Temps de manœuvre. — Il est de coutume assez générale de compter ce temps à 1 heure par jour et par machine (manœuvres au dépôt).

Si L_o est la longueur de la ligne, L la longueur de voie chargée sur chaque train, le nombre de trains sera, jusqu'au premier relai, $\frac{L_o}{L}$.

Si $\mathcal{L}$ est la longueur d'un relai de machine, les heures de manœuvre seront à compter :

$$1 \text{ heure pour } \frac{L_o}{L} \text{ train ;}$$

$$+ 1 \text{ heure pour } \frac{L_o - \lambda}{L} \text{ train ;}$$

$$+ 1 \text{ heure pour } \frac{L_o - 2\lambda}{L} \text{ train, etc. ;}$$

. . . . . .

$$1 \text{ heure pour } \frac{L_o - (p-1)\lambda}{L},$$

d'où la somme (H man.) $= p\,\frac{L_o}{L} - \frac{\lambda}{L} \sum_1^{p-1}$ des $(p-1)$ premiers nombres entiers.

Par train sorti du dépôt $\left(\text{dont le nombre est } \frac{L_o}{L}\right)$, on aura donc :

$$\frac{(\text{H man.})}{P} = \frac{L_o + \lambda}{2\lambda}, \qquad \text{car} \quad p = \frac{L_o}{\lambda}.$$

Formule de transport. — Prix à la tonne.

On aura, si $\mathfrak{P}_u$ est le poids utile remorqué :

$$\mathfrak{P}_t = \frac{1}{\mathfrak{P}_u}\left\{(\mathfrak{J}_p + \mathfrak{J}_c + \mathfrak{J}_h)\left(2\frac{D}{V} + \frac{2D}{SV} + \frac{L_c + \lambda}{2\lambda}\right)\right.$$
$$\left. + \left(2\frac{D}{V} + \frac{2D}{SV} + \frac{L_o + \lambda}{2\lambda}\right)\mathfrak{J}_l + 2\frac{D}{V}\mathfrak{J}'_c + \frac{2D}{SV}\mathfrak{J}''_c + \frac{L_o + \lambda}{2\lambda}\mathfrak{J}'''_c\right\}.$$

$\mathfrak{J}'_c$ consommations (charbon et eau) en marche ;
$\mathfrak{J}''_c$ — — en stationnement ;
$\mathfrak{J}'''_c$ — — en manœuvres.

Si π est le poids du mètre linéaire de voie, on aura :

$$\mathfrak{P}\,(m.\ l.) = \frac{\pi}{1\,000}\,\mathfrak{P}_t.$$

La formule générale se présente donc sous la forme ordinaire :

$$m + nD.$$

Pour une ligne donnée, nous avons dit que seuls $\mathfrak{J}_c$ dépendaient du profil de cette ligne.

Des consommations (charbon et eau).

Sur les lignes faciles, c'est-à-dire de déclivités régulièrement distribuées et peu accentuées, on peut rapporter ces consommations au nombre de kilomètres parcourus en se procurant des renseignements sur les consommations de lignes analogues déjà en construction ou mieux en exploitation.

Le parcours à charge est :

$$\left.\begin{array}{r} 0,\ \text{le } 1^{er}\ \text{jour} \\ L,\ \text{le } 2^{e}\ \text{—} \\ 2L,\ \text{le } 3^{e}\ \text{—} \\ \cdots\cdots \\ (n-1)\,L,\ \text{le } n^{e}\ \text{—} \end{array}\right\}\ \text{soit } L\,\frac{(n-1)n}{2},$$

et le parcours à vide est :

$$\left.\begin{array}{r} L,\ \text{le } 1^{er}\ \text{jour} \\ 2L,\ \text{le } 2^{e}\ \text{—} \\ \cdots\cdots \\ nL,\ \text{le } n^{e}\ \text{—} \end{array}\right\}\ \text{soit } L\,\frac{(n+1)n}{2}.$$

Comme $n = \frac{L_o}{L}$ on a, avec les vitesses V_a et V_r, moyenne a l'aller et au retour :

Temps marche (aller) $= \frac{L_o}{2L}(L_o - L) \times \frac{1}{V_a}$ et parcours $\frac{L_o}{2L}(L_o - L)$,

et :

Temps marche (retour) $= \frac{L_o}{2L}(L_o + L) \times \frac{1}{V_r}$ et parcours $\frac{L_o}{2L}(L_o + L)$.

Connaissant les consommations ordinaires par kilomètre de charbon et eau, on aura facilement les consommations par train et totales ou par heure.

Ces résultats sont assez approchés pour permettre les prévisions de combustible et d'eau, mais elles laissent encore beaucoup d'indécision sur le prix de revient réel du transport.

Consommations totales.

On peut employer une autre méthode plus longue, mais donnant plus d'exactitude pour les lignes accidentées en se basant sur ce que : pour une machine d'un type donné, on peut connaître actuellement, avec assez d'exactitude, la quantité de charbon et d'eau consommée par cheval et par heure.

Soit K cette consommation, N le nombre de chevaux ; pendant un temps t la consommation sera :

$$q = \frac{KNt}{3600}.$$

Or, si on envisage une section de ligne de longueur L dans laquelle on peut considérer la vitesse comme constante $L = vt$, et si E est l'effort de traction, R la résistance, P le poids total marqué on a :

$$N = \frac{Ev}{75} \quad \text{et} \quad E = PR.$$

d'où :

$$q = \frac{KPRL}{270000}$$

K étant pris comme constant, P l'étant dans ces transports et L pouvant toujours être choisi comme une longueur constante, on aura, pour la consommation totale de la ligne :

$$Q = \frac{kPL}{270\,000} \Sigma R.$$

Comme P est sensiblement toujours le même à l'aller P_a et toujours le même au retour P_r il vient en fait :

$$Q_a \text{ aller } = \frac{kP_aL}{270\,000}\Sigma R,$$

$$Q_r \text{ retour } = \frac{kP_rL}{270\,000}\Sigma R,$$

et $$Q = Q_a + Q_r.$$

Expression de ΣR.

Les parcours à l'aller sont successivement L, 2L ... $(n-1)$L,
et au retour : L, 2L ... nL.

Chaque section est parcourue :

à l'aller $(n-1)$, $(n-2)$ ... 1 fois,
au retour n, $(n-1)$ ... 1 fois.

On a donc :

$$\left.\begin{array}{l} \Sigma R_a = (n-1)r_1 + (n-2)r_2 + \dots r_{n-1} \\ \Sigma R_r = nr'_1 \quad + (n-1)r'_2 + \dots 2r'_{n-1} + r'_n \end{array}\right\} \text{ avec } n = \frac{L_0}{L}$$

L_0 étant la longueur totale de la ligne.

Valeurs des résistances r.

Pour les trains de matériel de voie la vitesse étant généralement faible, on peut, pour évaluer les résistances du train (machine comprise), s'en tenir à une expression :

$$r = a + bV + c \pm i,$$

où $a + bV$ est la résistance en palier à la vitesse V,
c est la résistance supplémentaire due aux courbes,
i l'influence de la déclivité en kilogramme par millimètre de déclivité.

a est constant et peut être pris = 3 à 3,5 *kg*,
b » » = 0,09 à 0,10 *kg*,
c en pleine courbe est $\frac{750}{\rho}$ à $\frac{1000}{\rho}$, ρ étant le rayon de la courbe.

Dans une section de longueur L où règne sur l une courbe de rayon ρ, on a $C = \frac{750 \text{ à } 1000}{\rho} \times \frac{l}{L}$ ou plus généralement :

$$C = \frac{750 \text{ à } 1000}{L}\Sigma\frac{l}{\rho}.$$

Sections de résistance négative.

Dans une section, on peut considérer $a + bV + c$ comme une rampe fictive φ et écrire : $r = \varphi \pm i$.

Si $\varphi < -i$ en valeur absolue r est < 0,

ce qui conduirait à admettre une récupération de travail — et *un approvisionnement factice* de la machine.

Pour annuler ces approvisionnements factices, il faut donc considérer $r = 0$ dans toutes les *sections en pente, suivant la marche du train*, où $\varphi < i$.

Consommations par heure de train.

Le temps mis pour parcourir une section L à la vitesse V est d'une manière générale $\frac{L}{V}$, et comme V varie d'une section à une autre, on aura (V vitesse à l'heure) :

$$Q_{Ha} = \frac{kP_aL}{270000} \frac{\Sigma R}{\Sigma \frac{L}{V}},$$

V exprimé en mètres, si L est en mètres.

Soit, comme L est constant :

$$Q_{Ha} = \frac{kP_a}{270000} \frac{\Sigma R}{\Sigma \frac{1}{V}}.$$

Les expressions ΣR et $\Sigma \frac{1}{V}$ sont respectivement de la forme :

$$\Sigma R = (n-1)r_1 + (n-2)r_2 + \ldots$$

$$\Sigma \frac{1}{V} = \frac{(n-1)}{V_1} + \frac{(n-2)}{V_2} + \ldots$$

D'où : $$Q_{Ha} = \frac{kP_a}{270000} \times \frac{(n-1)r_1 + (n-2)r_2 + \ldots 1r_{n-1}}{\frac{n-1}{V_1} + \frac{n-2}{V_2} + \ldots \frac{1}{V_{n-1}}}$$

et : $$Q_{Hr} = \frac{kP_a}{270000} \times \frac{nr'_1 + (n-1)r'_2 + (n-2)r'_3 + \ldots r_n}{\frac{n}{V'_1} + \frac{n-1}{V'_2} + \frac{(n-2)}{V'_3} + \ldots \frac{1}{V'_n}}$$

Les opérations permettant de déterminer Q_{Ha} et Q_{Hr} et d'en déduire ensuite la valeur moyenne de l'heure de train paraissent assez nombreuses.

En pratique on simplifie beaucoup ces opérations en remarquant qu'on ne fait varier la vitesse dans les diverses sections que d'un certain nombre de mètres ou de kilomètres à l'heure et qu'un grand nombre de sections ont la même vitesse.

On simplifie aussi souvent ces relations en prenant une valeur unique pour la valeur de la vitesse à l'aller et une valeur unique pour le retour.

Relations approchées.

Si on prend, dans toutes les sections, une valeur de V égale ou légèrement supérieure à la vitesse moyenne, soit V_m, et pour C également une valeur moyenne C_m on a :

$$a + bV + C = \varphi = \text{constante},$$

et $r = (\varphi \pm i)$ ne dépend plus que des déclivités de la ligne.

Il en résulte que : $\Sigma R = \Sigma x(\varphi \pm i)$,

(x étant le coefficient de passage des trains dans une section) devient très facile à calculer.

On pourrait démontrer aisément que dans ce cas, que l'expression :

$$\Sigma x\varphi = \frac{S_\varphi}{L^2}, \; S_\varphi \text{ étant une surface,}$$

$$\Sigma xi = \frac{S_o}{L^2}, \; S_o \text{ étant une autre surface.}$$

Celle-ci étant sensiblement celle du profil en long au-dessus de l'horizontale du point de départ de la ligne, mais à laquelle il faudrait ajouter une surface additionnelle pour tenir compte des sections en $\varphi < -i$.

Par le calcul on aurait :

Consommation totale (aller) :

$$Q_a = \frac{kP_aL}{270000}\Sigma R.$$

Nombre d'heures de marche :

$$H_a = \frac{L}{V_m}\Sigma_1^{n-1} = \frac{L_o(L_o - L)}{2V_mL},$$

d'où consommation par heure de marche (aller) :

$$Q_{Ha} = \frac{2kP_aV_mL^2\Sigma R}{270\,000\,L_o(L_o - L)}.$$

Pour le retour on aurait :

$$Q_{Hr} = \frac{2kP_rV'_mL^2\Sigma R'}{270\,000\,L_o(L_o + L)}.$$

On doit avoir dans la formule de transport :

$$\frac{2D}{V} = \frac{\text{Nombre d'heures de marche (A et R)}}{\text{Nombre de trains}}.$$

Le nombre d'heures de marche est $\frac{L}{V_a}\frac{L_o}{L}\left(\frac{L_o}{L} - 1\right)$ (aller),

— $\frac{L}{V_r}\frac{L_o}{L}\left(\frac{L_o}{L} + 1\right)$ (retour),

et le nombre de trains $\frac{L_o}{L}$.

On en déduit en faisant :

$$\left.\begin{aligned} V &= \frac{2V_aV_r}{V_a + V_r} \\ D &= \frac{L_o}{2} \end{aligned}\right\} \text{ en négligeant les expressions } \frac{L}{V_a} \text{ et } \frac{L}{V_r} \text{ dans le nombre d'heures de marche.}$$

Établissement des relais de machine.

Nous avons dit que pour les grandes productions journalières de pose de voie on était conduit à amener le matériel en plusieurs trains journaliers, afin d'éviter à l'avancement *une amenée de matériel* plus coûteuse (et de beaucoup pour tous les modes de travail) *qu'un transport fractionné.*

Dans les systèmes ordinaires de pose, on peut considérer que chaque train de matériel doit amener seulement le matériel correspondant à ce que peut poser, par jour, un chantier composé d'*une* équipe de coltineurs.

Dans la voie en rails de 38 *kg* de 11 *ml*, on peut ainsi amener 850 à 950 *ml* correspondant à un train de poids utile 170 à 190 *t*.

Le service d'une machine doit être, au maximum, 16 heures par jour et au minimum 10 heures.

Avec un train par jour. — *(a) 10 heures de service.*

Mode A
— D

Avec une heure de manœuvre, il reste 9 heures de marche ; λ étant la longueur des relais, on devra avoir :

$$\frac{2\lambda}{V} + \frac{2\lambda}{5V} = 9 \text{ heures, d'où } \lambda = \frac{45V}{12}.$$

Mode B
— C_a
— C_b
— C_c
— E

En comptant 1 heure pour déchargement du train, etc., il reste 8 heures de marche et :

$$\frac{2\lambda}{V} + \frac{2\lambda}{5V} = 8 \text{ heures, d'où } \lambda = \frac{40V}{12}.$$

(b) 16 heures de service.

Mode A
— D

Il reste 15 heures de marche et :

$$\frac{2\lambda}{V} + \frac{2\lambda}{5V} = 15 \text{ heures, d'où } \lambda = \frac{75V}{12}$$

Mais il faut une machine spéciale pour pousser le train.

Mode B
— C_a
— C_b
— C_c
— E

Il reste 14 heures de marche,

d'où : $\lambda = \frac{70V}{12}$.

Le service de 10 heures d'une machine ne convient pas ordinairement en travaux pour les modes A, D, car la poussée à l'avancement ne peut se faire.

Le service normal des machines en pose de voie *doit être de 16 heures.*

Pour les *modes* A *et* D, en poussant 9 heures à l'avancement, 1 heure de manœuvre, il reste 6 heures de marche et on a :

$$\lambda = \frac{30V}{12},$$

alors que pour les *modes* B, C_a, C_b, C_c, E, on a : $\lambda = \frac{70V}{12}$.

On voit que les modes A et D nécessitent, avec le service de 16 heures, 1 machine par $\frac{30V}{12}$ *km* et ensuite 1 machine par $\frac{75V}{12}$ *km* et que les modes B, C_a, C_b, C_c, E nécessitent une machine par $\frac{70V}{12}$ *km*, et même pour E $\frac{75V}{12}$ kilomètres.

Avec deux trains par jour. — La longueur des relais est moindre, moitié de la précédente.

Pour terminer cet exposé, je donne ci-dessous les résultats qu'une comparaison des divers modes de pose donne pour :

Ligne de 250 km *posée sur première couche de ballast, en rails de 11* m *de 38* kg *le mètre linéaire, avec 14 traverses de 65* kg *(métalliques) par longueur de rail, de poids total par mètre linéaire de voie de 170* kg, *cette voie réglée et mise à hauteur définitive et entretenue en bon état pendant la durée des travaux de pose de voie.*

DÉSIGNATION	MODE A POUSSÉE par machine	MODE B TIRAGE des wagons	MODE Ca WAGONNETS 1 rame	MODE Cb WAGONNETS 2 rames	MODE Cc WAGONNETS 3 rames	MODE D POSEUSE à treuils	MODE E POSEUSE à vapeur	OBSERVATIONS
Longueur journalière	1 694 *m*	1 694 *m*	1 694 *ml*	2 222	4 444	1 826	1 826	La marche à 4 444 *ml* pour montrer l'influence de l'entretien de la voie.
Chargements	0,117 *f*	0,117 *f*	0,117 *f*	0,114 *f*	0,110 *f*	0,097 *f*	0,097 *f*	Compris location des wagons sationnant au chargement. Pour Cb et Cc les frais de chef de chantier diminuent avec la quantité chargée.
Montage de la voie	0,335	0,335	0,298	0,270	0,270	0,194	0,194	
Transport par train.	0,640	0,640	0,640	0,590	0,590	0,645	0,645	Compris entretien, location, etc., du matériel roulant.
Amenée à l'avancement ou travail à l'avancement	0,078	0,0[illegible]0	0,105	0,109	0,118	0,158	0,163	
Relevages	0,110	0,110	0,110	0,105	0,105	0,110	0,110	
Entretien de la voie.	0,300	0,300	0,300	0,225	0,113	0,275	0,275	
	1,580	1,592	1,570	1,413	1,306	1,479	1,487	Les prix d'application sont, en général, grevés de 30 % pour frais généraux, bénéfices, etc.
Nombre de trains journaliers. .	2	2	2	2	4	2	2	
Poids utile d'un train.	144 *t*	144 *t*	144 *t*	189 *t*	189 *t*	155 *t*	155 *t*	
Nombre de wagons d'un train.	14 à 10,3 *t*	14 à 10,3 *t*	14 à 10,3 *t*	18 à 10,5 *t*	18 à 10,5 *t*	16 à 9,7 *t*	16 à 9,7 *t*	On charge de 9,5 *t* à 10,5 *t* les wagons tarés pour 10 tonnes.
Nombre de machines	5	4	4	4	8	5	4	
Durée du travail	150 j.	150 j.	150 j.	113 j.	56 j.	137 j.	137 j.	
Délai utile	6 mois	6 mois	6 mois	4 m. 1/2	3 mois	5 mois	5 mois	

3 0112 077581418